

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-097517

(43)Date of publication of application : 11.04.1995

(51)Int.Cl.

C08L 79/08
C08K 3/04
C08K 3/30
F02F 1/00
F02F 3/00
F16J 1/04
//(C08L 79/08
C08L 27:18)

(21)Application number : 05-274576

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
DOW CORNING KK

(22)Date of filing : 02.11.1993

(72)Inventor : SAITO KOJI
FUWA YOSHIO
YAMASHITA JIRO

(30)Priority

Priority number : 05192116 Priority date : 03.08.1993 Priority country : JP

(54) SLIDING RESIN COMPOSITION

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a sliding resin composition having an optimized blending ratio of a solid lubricant to actualize reduction in coefficient of friction and striking increase in wear resistance.

CONSTITUTION: This sliding resin composition comprises 50-73wt.% of at least one of a polyamideimide resin and a polyimide resin as a binder, 3-15wt.% of a polytetrafluoroethylene, 20-30wt.% of molybdenum disulfide and 2-8wt.% of graphite as a solid lubricant and the total of the solid lubricants is 27-50wt.%. The sliding resin composition provides a resin-coated layer having excellent wear resistance and initial fitting characteristics. The resin-coated layer is made into a smooth and excellent sliding face by sliding on an opponent material at the initial stage of sliding. Consequently, a coefficient of friction after sliding on the opponent material for a given time is made smaller than one at the early stage. Therefore a stationary loss amount is reduced to improve wear resistance.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.12.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3017626

[Date of registration] 24.12.1999
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-01308
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 21.01.1999
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7-97517

(43) 公開日 平成7年(1995)4月11日

| | | | | |
|-----------------|------------|--------|-----|---------------|
| (51) Int. Cl. ° | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| C 0 8 L 79/08 | L R C | | | |
| C 0 8 K 3/04 | | | | |
| 3/30 | | | | |
| F 0 2 F 1/00 | G 8109-3 G | | | |
| 3/00 | J | | | |
| 審査請求 | 未請求 | 請求項の数1 | OL | (全11頁) 最終頁に続く |

(21) 出願番号 特願平5-274576

(22) 出願日 平成5年(1993)11月2日

(31) 優先権主張番号 特願平5-192116

(32) 優先日 平5(1993)8月3日

(33) 優先権主張国 日本(JP)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000109185

ダウ コーニング アジア株式会社

東京都港区西新橋一丁目15番1号

(72) 発明者 斉藤 浩二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 不破 良雄

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動用樹脂組成物

(57) 【要約】

【目的】 低摩擦係数化及び高耐摩耗性化を実現するため、固体潤滑剤の配合比を最適化した摺動用樹脂組成物を提供する。

【構成】 結合剤としてのポリアミドイミド樹脂及びポリイミド樹脂のうちの少なくとも一方50～73wt%と、固体潤滑剤としてのポリテトラフルオロエチレン3～15wt%、二硫化モリブデン20～30wt%及びグラファイト2～8wt%とからなり、前記固体潤滑剤の総和が27～50wt%であることを特徴とする。本発明の摺動用樹脂組成物によれば、耐摩耗性が良好で、かつ、初期馴染み特性も良好な樹脂被覆層が得られる。この樹脂被覆層は、摺動初期の段階で、相手材との摺動により、滑らかで良好な摺動面となる。このため、相手材と一定時間摺動させた後の摩擦係数が初期の摩擦係数よりも低下し、これに伴い定常摩耗量が低下し、耐摩耗性も良好となる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】結合剤としてのポリアミドイミド樹脂及びポリイミド樹脂のうちの少なくとも一方50～73wt%と、固体潤滑剤としてのポリテトラフルオロエチレン3～15wt%、二硫化モリブデン20～30wt%及びグラファイト2～8wt%とからなり、前記固体潤滑剤の総和が27～50wt%であることを特徴とする摺動用樹脂組成物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は摺動用樹脂組成物に関し、とくにアルコール燃料等のガソリン代替燃料使用時の内燃機関用摺動部材、例えばシリンダボア及びピストンスカート部において、ピストンスカート部の表面に樹脂被覆層を形成するために好適に利用することのできる摺動用樹脂組成物に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関において、高回転、高圧縮比、軽量化及び燃費向上対策として、軽合金部品や小型化部品を使用する要請が年々高まっている。これに伴い摺動部品表面に対する耐摩耗性、耐焼付き性等の摺動特性を従来にも増して改善する必要性が高まっている。

【0003】また、ガソリン燃料事情の悪化に伴い、内燃機関用代替燃料としてアルコール燃料の使用が考慮されている。この対応策として、アルコール燃料使用時における耐食性、耐摩耗性に優れたシリンダボア、ピストンスカート部等の内燃機関用摺動部材の必要性が高まっており、多くの研究がなされている。このような内燃機関用摺動部材において、例えばシリンダボア及びピストンスカート部の双方の摺動面に同一金属が含まれていると、同一金属同士の凝着により焼付きが発生しやすいという問題がある。この同一金属同士の凝着を防ぐために、例えばピストンスカート部の表面に樹脂被覆層を形成する試みがなされている。そして、この樹脂被覆層の摺動特性を改善する方法として、従来より固体潤滑剤の配合について種々検討されている。

【0004】例えば、特開昭51-97812号公報には、結合剤としてのポリイミド樹脂又はシリコン樹脂等の耐熱性樹脂に、固体潤滑剤としてのC（グラファイト）：10～75wt%、MoS₂（二硫化モリブデン）：0.1～60wt%及びPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）：1～20wt%を全固体潤滑剤の総和が75wt%以下となるように配合して、樹脂被覆層の耐久性を向上させ得る摺動用樹脂組成物が開示されている。

【0005】また、特開昭54-162014号公報には、ポリイミド樹脂にPTFEを配合して、ピストンの摩耗及び騒音を低減し得る摺動用樹脂組成物が開示されている。また、特開昭62-63628号公報には、ポリアミドイミド樹脂：85wt%に、MoS₂、BN、

C（グラファイト）等の固体潤滑剤：10wt%、PTFE：5wt%を配合した摺動用樹脂組成物が開示されている。

【0006】また、特開平1-87851号公報には、ポリイミド樹脂にPTFEを特定量（ポリイミド樹脂100重量部当りPTFE25～125重量部）配合して、樹脂被覆層の耐摩耗性を向上し得る摺動用樹脂組成物が開示されている。また、特開平4-175442号公報には、ポリアミドイミド樹脂：47wt%に、MoS₂：38wt%、PTFE：9wt%及びC（グラファイト）：6wt%を配合して、耐焼付き性を向上させた摺動用樹脂組成物が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記した摺動用樹脂組成物から形成された樹脂被覆層において、樹脂被覆層の摩擦係数 μ を低下させるためには、固体潤滑剤の配合割合を増加させる必要がある。しかしながら、樹脂被覆層中の固体潤滑剤の配合割合を増加させると、固体潤滑剤粒子と樹脂バインダとの結合力が低下し、固体潤滑剤粒子が摺動により脱落し易くなるため、摩擦係数が低下せず、また樹脂被覆層の摩耗量が增大する傾向がある。

【0008】また、固体潤滑剤のうち、例えばPTFEの添加量を増加させると、摩擦係数は低下する傾向を示すものの、PTFEが樹脂被覆層中で支配的になる範囲までその添加量を増加させると、逆に摩擦係数は増大し、樹脂被覆層の摩耗量が增大するとともに剥離が発生する傾向がある。これは、摺動面の濡れ性が悪化するためである。

【0009】また、固体潤滑剤のうち、例えばMoS₂の添加量を増加させると、摩擦係数は低下しないが、耐焼付き性（耐荷重性）が向上する傾向がある。しかし、MoS₂量を特定量以上に増加させると、MoS₂粒子径の影響により表面粗さが大となり、摩擦係数は大きくなる傾向がある。さらに、固体潤滑剤としてC（グラファイト）を用いる場合、一般にMoS₂との併用により耐焼付き性（耐荷重性）を向上させることが知られている。しかしC（グラファイト）を必要以上に配合すると、樹脂被覆層自身の強度が極端に低下し、樹脂被覆層の摩耗量が增大する傾向がある。

【0010】以上より、固体潤滑剤としてのPTFE、MoS₂、C（グラファイト）は各々必要不可欠であり、かつ低摩擦係数化及び高耐摩耗性化を実現する固体潤滑剤の最適配合比がある。本発明は、低摩擦係数化及び高耐摩耗性化を実現するため、固体潤滑剤の配合比を最適化した摺動用樹脂組成物を提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明者は鋭意研究した結果、上記従来の樹脂組成物から得られる樹脂被覆層では、初期の馴染み特性が良

くないがため、相手材と一定時間摺動させた後の摩擦係数が初期の摩擦係数と比較して大きくなり、これが耐摩耗性の低下にもつながっていることを突き止めた。そして、耐摩耗性を確保しつつ、初期の馴染み特性を良好にして、相手材と一定時間摺動させた後の摩擦係数を初期の摩擦係数よりも低下させ得る固体潤滑材の配合比を突き止めて、本発明を完成した。

【0012】つまり上記課題を解決する本発明の摺動用樹脂組成物は、結合剤としてのポリアミドイミド樹脂及びポリイミド樹脂のうちの少なくとも一方50～73wt%と、固体潤滑剤としてのポリテトラフルオロエチレン(PTFE)3～15wt%、二硫化モリブデン(MoS₂)20～30wt%及びグラファイト(C)2～8wt%とからなり、前記固体潤滑剤の総和が27～50wt%であることを特徴とするものである。

【0013】

【作用】固体潤滑剤としてのPTFE、MoS₂、C(グラファイト)を上記範囲にて含む本発明の摺動用樹脂組成物によれば、耐摩耗性が良好で、かつ、初期馴染み特性も良好な樹脂被覆層が得られる。すなわち、本発明の摺動用樹脂組成物から得られる樹脂被覆層は、摺動初期の段階で、相手材との摺動により、滑らかで良好な摺動面となる。このため、相手材と一定時間摺動させた後の摩擦係数が初期の摩擦係数よりも低下し、これに伴い定常摩耗量が低下し、耐摩耗性も良好となる。

【0014】なお、本発明の摺動用樹脂組成物は、必要により有機溶剤で希釈してから基材に塗布することにより、樹脂被覆層が得られるものである。

【0015】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明する。

* (第1実施例) 結合剤としてのポリアミドイミド樹脂(PAI樹脂)に溶剤(n-メチル-2-ピロリドン)を配合して溶解したものに、固体潤滑剤(PTFE、MoS₂、グラファイト)を加え、ボールミルにて5時間の粉碎・攪拌を行い、粘度:120cP(25℃)のコーティング材料を得た。固体潤滑剤(PTFE、MoS₂、グラファイト)とポリアミドイミド樹脂の配合量については、固体潤滑剤の配合量とポリアミドイミド樹脂の配合量をあわせて100wt%となるように調整した。固体潤滑剤の割合(wt%)は表1および表2の「固体潤滑剤の配合量」の欄に、ポリアミドイミド樹脂の割合(wt%)は同じく「樹脂結合剤の配合量」の欄に記した。該固体潤滑剤におけるPTFE、MoS₂、グラファイトの配合量(重量部)については表1および表2の「固体潤滑剤の組成」欄中の「PTFE」「MoS₂」「グラファイト」の各欄に記した。なお、表1に示すNo. 1～8の試料が、結合剤としてのPAI樹脂並びに固体潤滑剤としてのPTFE、MoS₂及びC(グラファイト)の配合量が本発明の範囲内にある実施例に相当するもので、表2に示すNo. 9～24の試料が結合剤としてのPAI樹脂並びに固体潤滑剤としてのPTFE、MoS₂及びC(グラファイト)の配合量が本発明の範囲外にある比較例に相当するものである。

【0016】得られたコーティング材料をアルミニウム合金AC8A(アルカリ脱脂済)の基材に膜厚が10～30μmとなるようにエアスプレーにてコーティングし、180℃×90分の条件で焼成し、硬化させて樹脂被覆層を形成した。

【0017】

【表1】

| No. | | 固体潤滑剤の組成 (重量部) | | | 固体潤滑剤 の配合量 (w t %) | 樹脂結合剤 の配合量 (w t %) |
|-------------|---|-------------------|------------------|--------|--------------------------|--------------------------|
| | | PTFE | MoS ₂ | グラファイト | | |
| 実 施 例 | 1 | 3 | 20 | 7 | 30 | 70 |
| | 2 | 3 | 30 | 2 | 35 | 65 |
| | 3 | 3 | 30 | 8 | 41 | 59 |
| | 4 | 10 | 20 | 5 | 35 | 65 |
| | 5 | 9 | 30 | 8 | 47 | 53 |
| | 6 | 15 | 20 | 3 | 38 | 62 |
| | 7 | 15 | 20 | 8 | 43 | 57 |
| | 8 | 15 | 30 | 5 | 50 | 50 |

【0018】

【表2】

| No. | 固体潤滑剤の組成 (重量部) | | | 固体潤滑剤 の配合量 (wt%) | 樹脂結合剤 の配合量 (wt%) |
|-----|-------------------|------------------|--------|------------------------|------------------------|
| | PTFE | MoS ₂ | グラファイト | | |
| 比較例 | 9 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | 10 | 2 | 25 | 32 | 68 |
| | 11 | 3 | 20 | 25 | 75 |
| | 12 | 5 | 15 | 26 | 74 |
| | 13 | 10 | 20 | 31 | 69 |
| | 14 | 10 | 30 | 50 | 50 |
| | 15 | 15 | 20 | 36 | 64 |
| | 16 | 15 | 30 | 55 | 45 |
| | 17 | 20 | 25 | 50 | 50 |
| | 18 | 20 | 40 | 80 | 20 |
| | 19 | 9 | 38 | 53 | 47 |
| | 20 | 50 | 0 | 50 | 50 |
| | 21 | 5 | 10 | 15 | 85 |
| | 22 | 5 | 0 | 15 | 85 |
| | 23 | 0 | 40 | 50 | 50 |
| | 24 | 0 | 20 | 50 | 50 |

(摩擦係数の評価試験) スラスト型試験機により、滑り速度: 60m/min、面圧: 9.8MPa、相手材: ねずみ鋳鉄FC-25の潤滑下での摩擦係数について、試験開始直後と、試験開始から100時間経過後の摩擦係数を調べた。その結果を表3及び表4に示す。

【0019】(摩耗量の評価試験) LFW-1型試験機により、滑り速度: 5m/min、面圧: 5MPa、相手材: ねずみ鋳鉄FC-25、試験時間: 5分の潤滑下*

*での摩耗量を求めた。その結果を表3及び表4に示す。

(耐焼付き性の評価試験) スラスト型試験機により、滑り速度: 60m/min、相手材: ねずみ鋳鉄FC-25の潤滑下で、面圧を一定周期(1MPa/2min)で上昇させた時の焼付き発生面圧を求めた。その結果を表3及び表4に示す。

【0020】

【表3】

| No. | | 摩擦係数 | | 摩耗量 (μm) | 焼付面圧 (M p a) |
|-----|---|--------|-----------|--------------------------|-----------------|
| | | 試験開始直後 | 試験開始後100H | | |
| 実施例 | 1 | 0. 033 | 0. 031 | 4. 9 | 28 |
| | 2 | 0. 031 | 0. 028 | 5. 1 | 29 |
| | 3 | 0. 033 | 0. 025 | 4. 5 | 30 |
| | 4 | 0. 032 | 0. 029 | 5. 7 | 28 |
| | 5 | 0. 031 | 0. 027 | 5. 1 | 27 |
| | 6 | 0. 029 | 0. 026 | 5. 4 | 30 |
| | 7 | 0. 030 | 0. 027 | 4. 9 | 30 |
| | 8 | 0. 029 | 0. 025 | 5. 2 | 29 |

【0021】

【表4】

| No. | 摩擦係数 | | 摩耗量 (μm) | 焼付面圧 (Mpa) |
|-----|--------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| | 試験開始直後 | 試験開始後100h | | |
| 比較例 | 9 | 0.048 | 0.051 | 13.0 |
| | 10 | 0.040 | 0.048 | 8.3 |
| | 11 | 0.033 | 0.041 | 7.3 |
| | 12 | 0.036 | 0.045 | 8.1 |
| | 13 | 0.035 | 0.038 | 7.5 |
| | 14 | 0.037 | 0.045 | 6.9 |
| | 15 | 0.033 | 0.041 | 8.1 |
| | 16 | 0.038 | 0.045 | 7.9 |
| | 17 | 0.041 | 0.042 | 7.5 |
| | 18 | 0.039 | 0.039 | 9.8 |
| | 19 | 0.042 | 0.042 | 7.8 |
| | 20 | 0.045 | 0.048 | 8.5 |
| | 21 | 0.036 | 0.039 | 6.3 |
| | 22 | 0.034 | 0.039 | 7.1 |
| | 23 | 0.040 | 0.045 | 7.3 |
| | 24 | 0.041 | 0.041 | 6.8 |

表3からも明らかなように、樹脂結合剤及び固体潤滑剤（PTFE、 MoS_2 、C（グラファイト））の配合量が本発明の範囲内にある本実施例No. 1～8に係るものは、摩擦係数の評価試験において、いずれも試験開始後よりも試験開始から100時間経過後の方が摩擦係数が低下している。これは、本実施例に係る樹脂被覆層は、初期の摩擦係数が低く、初期馴染み性が良好なためである。つまり、樹脂被覆層の表面が相手材との摺動により滑らかに削られて、摺動初期の段階で良好な摺動面を形成するためと考えられる。このように、本実施例に係る樹脂被覆層は、試験開始直後の初期の摩擦係数が比較例のものと比較して低く、しかも相手材と一定時間摺動させた後の摩擦係数が初期の摩擦係数よりも低下しており、これに伴い定常摩耗量が低下するので、耐摩耗性も良好となる。

【0022】一方、比較例No. 9～24に係るものは、いずれも摩擦係数の評価試験開始後よりも100時間経過後の方が摩擦係数が増大しており、これに伴って摩耗量も増大している。また、試験開始直後の初期の摩擦係数も、本実施例に係るものと比較して高くなっている。また、比較例No. 18、19に係るものは、固体潤滑剤の総配合量が多くなっており、樹脂結合剤との結合力不足により耐摩耗性が悪化しているとともに、 MoS_2 の配合量が多いため摩擦係数も増大傾向にある。また、比較例No. 18に係るものでは、C（グラファイト）の配合量が多すぎることも耐摩耗性の悪化の原因となっている。

【0023】また、比較例No. 20に係るものは、P

TFEの配合量が多すぎて支配的となっているので、摺動面の濡れ性が低下して摩擦係数が大きくなっているとともに、樹脂被覆層自身の硬さも低下するため、摩耗量が多くなっている。また、比較例No. 21に係るものは、C（グラファイト）が未配合のため、 MoS_2 との相乗効果による耐焼付性の向上が認められない。

【0024】また、比較例No. 23、24に係るものは、摩擦特性に最も起因するPTFEが配合されていないため、低摩擦係数化が実現できない。なお、上記溶剤としては、 n -メチル-2-ピロリドンの他に、ジメチルホルムアミド等を用いることができる。本実施例においてはポリアミドイミド樹脂として市販のポリアミドイミドワニス（PAI樹脂：30wt%、 n -メチル-2-ピロリドン：50wt%、キシレン：20wt%からなる）を使用し、その固形分（PAI樹脂）の量が表1に規定する樹脂結合剤の配合量になるように配合した。

また、上記実施例では、結合剤としてPAI樹脂を用いたが、これの代わりにポリイミド樹脂や、PAI樹脂及びポリイミド樹脂の混合物を用いることもできる。

【0025】（第2実施例）図1及び図2に示すように、排気量3000cc、6気筒ガソリンエンジンにおいて、ねずみ鋳鉄FC-25よりなるシリンダボア3内を摺動するピストン1のピストンスカート部2に樹脂被覆層4を形成した。この樹脂被覆層4を形成したピストンスカート部2の拡大図を図2に示すように、ピストンスカート部2の表面には、所定形状の条痕21が形成されている。なお、ピストンスカート部2の条痕21の形状は、条痕深さ：D、条痕ピッチ：Pにより決定するこ

とができる。そして、ピストンスカート部2の表面には、条痕21の表面形状に従って樹脂被覆層4が形成されており、この樹脂被覆層4にも所定形状の条痕41が形成されている。樹脂被覆層4の条痕41の形状も、条痕深さ： d 、条痕ピッチ： p により決定することができる。なお、ピストンスカート部2の条痕21の条痕ピッチ： P と、樹脂被覆層4の条痕41の条痕ピッチ： p とは同一とされている。

【0026】以下、ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ： D と樹脂被覆層4の剪断強度との関係、ピストンスカート部2の条痕21の条痕ピッチ： P 及び樹脂被覆層4の条痕41の条痕深さ： d と樹脂被覆層4の耐摩耗性との関係について調べた結果を示す。樹脂被覆層4の剪断強度及び耐摩耗性は、上記ガソリンエンジンを用い、6000rpmの回転数の下、500時間の連続高速耐久試験により行った。

【0027】（ピストンスカート部2の条痕深さ D と樹脂被覆層4の剪断強度との関係）前記表1に示す実施例No. 4の配合割合、つまりPAI樹脂：65wt%、PTFE：10wt%、 MoS_2 ：20wt%、C（グラファイト）：5wt%の配合割合の樹脂被覆層4を膜厚： $t=12\mu m$ 、条痕41の条痕深さ： $d=8\mu m$ としてピストンスカート部2に形成した。ピストンスカート部2の条痕21の条痕ピッチ： $P=0.2mm$ と一定にし、条痕深さ： D を種々変化させたときの、樹脂被覆層4の剪断強度を調べた。その結果を図3に示す。

【0028】比較のため、前記表2に示す比較例No. 19の配合割合、つまりPAI樹脂：47wt%、PTFE：9wt%、 MoS_2 ：38wt%、C（グラファイト）：6wt%の配合割合の樹脂被覆層4を形成した場合、同様に調べた。その結果を図3に併せて示す。図3からも明らかなように、本実施例No. 4に係る樹脂被覆層4の場合、ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ： D を $10\mu m$ 以上に設定することにより、樹脂被覆層4の剪断強度、ひいては密着強度が飛躍的に向上することがわかる。この現象は、以下のように説明することができる。つまり、ピストンスカート部2に条痕21が設けられていると、条痕21の凸部で剪断応力が集中するため、樹脂被覆層4の剪断強度が低下するが、条痕21の条痕深さ： D を深くしてアンカー効果を増大させてやれば、樹脂被覆層4の剪断強度の低下を抑制することができる。しかし、ピストンスカート部2の条痕深さ： D を $25\mu m$ よりも深くすると、ピストンスカート部2の条痕21の剛性が極端に低下して変形や破壊を生じたりすることがある。したがって、ピストンスカート部2の条痕深さ： D は $10\sim 25\mu m$ に設定することが好ましい。

【0029】なお、比較例No. 19との比較からもわかるように、樹脂被覆層4の樹脂結合剤及び固体潤滑剤の配合割合により、上記ピストンスカート部2の条痕深

さ： D の最適値が異なる。つまり、本実施例No. 4に係る樹脂被覆層よりも摩擦係数及び摩擦量が大きい比較例No. 19に係る樹脂被覆層の場合は、ピストンスカート部2の条痕深さ： D を $13\mu m$ 以上にしないと剪断強度の向上が見られず、また剪断強度の増大割合も本実施例No. 4に係るものと比較して小さい。

【0030】（ピストンスカート部2の条痕ピッチ P と樹脂被覆層4の摩耗量との関係）前記表1に示す実施例No. 8の配合割合、つまりPAI樹脂：50wt%、PTFE：15wt%、 MoS_2 ：30wt%、C（グラファイト）：5wt%の配合割合の樹脂被覆層4を膜厚： $t=15\mu m$ 、条痕41の条痕深さ： $d=5\sim 6\mu m$ としてピストンスカート部2に形成した。ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ： $D=10\mu m$ と一定にし、条痕ピッチ： P を種々変化させたときの、500時間経過後の樹脂被覆層4の摩耗量を調べた。その結果を図4に示す。

【0031】図4からも明らかなように、本実施例No. 8に係る樹脂被覆層4の場合、ピストンスカート部2の条痕21の条痕ピッチ： P を $0.2\sim 0.25mm$ に設定することにより、樹脂被覆層4の摩耗量を小さくすることができる。条痕ピッチ P が $0.25mm$ より大きくなると樹脂被覆層4の摩耗量が増大するのは、条痕間での油の保持性が悪化するためと考えられる。また、条痕凸部の総面積の減少により条痕凸部での面圧が高くなることも摩耗量が増大につながっていると考えられる。なお、本実施例No. 8に係る樹脂被覆層4はPTFEを配合しており、このPTFEは親油性が悪いため、このPTFEの配合量によっても条痕ピッチ： P の上限値が変化する。

【0032】一方、条痕ピッチ： P が $0.2\mu m$ より小さくなると樹脂被覆層4の摩耗量が増大するのは、条痕ピッチ： P を小さくし過ぎると樹脂被覆層4を塗布する際にコーティング材料の表面張力の影響を大きく受けるようになり、樹脂被覆層4は平面化して油の保持性が低下するためと考えられる。このように摺動面に油が保持されなくなると、摩耗量が増大し、樹脂被覆層4の剥離が発生することもある。したがって、ピストンスカート部2の条痕ピッチ： P の最小値は、樹脂被覆層4の条痕41の凹部に所定の油を保持し得るように樹脂被覆層4の条痕41の条痕深さ： d が所定値（後述するように、本実施例の樹脂被覆層4の場合は $3\mu m$ ）以上となるように設定する必要がある。このように、樹脂被覆層4の条痕深さ： d を所定値（ $3\mu m$ ）以上とするためには、ピストンスカート部2の条痕ピッチ： P は $0.2mm$ 以上とする必要がある。

【0033】（樹脂被覆層4の条痕深さ d と樹脂被覆層4の摩耗量との関係）PAI樹脂：65wt%、PTFE：5wt%、 MoS_2 ：25wt%、C（グラファイト）：5wt%の配合割合の樹脂被覆層4を膜厚： $t=$

10 μm としてピストンスカート部2に形成した。ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ： $D=12\mu\text{m}$ と一定にし、条痕ピッチ： $P=0.25\text{mm}$ と一定にし、樹脂被覆層4の条痕深さ： d を種々変化させたときの、500時間経過後の樹脂被覆層4の摩耗量を調べた。その結果を図5に示す。

【0034】図5からも明らかなように、樹脂被覆層4の条痕深さ： d を3～10 μm に設定することにより、樹脂被覆層4の摩耗量を小さくすることができる。樹脂被覆層4の条痕深さ： d が3 μm よりも浅いと樹脂被覆層4の摩耗量が増大するのは、油の保持性が低下するためと考えられる。一方、樹脂被覆層4の条痕深さ： d が10 μm よりも深いと樹脂被覆層4の摩耗量が増大するのは、樹脂被覆層4の条痕41の凸部に応力が集中して過大な摩耗が発生するためと考えられる。

【0035】なお、樹脂被覆層4の条痕深さ： d は、樹脂被覆層4の膜厚： t 及び条痕ピッチ： P （ p ）によっても影響を受ける。また、樹脂被覆層4の条痕深さ： d が深くなるにつれて、油保持性が良好になるため油の消費量が増大する傾向となる。一方、樹脂被覆層4の条痕深さ： d が浅くなるにつれて、油保持性が低下して摩耗量が増大したり焼付きが発生しやすくなる傾向となる。しかし、樹脂被覆層4中のとくにPTFEの配合量を調整して摺動面の濡れ性を変えることにより、良好な摺動*

*状態を得ることができる。

【0036】以上より、ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ： D は10～25 μm 、条痕ピッチ： P は0.2～0.25mm、樹脂被覆層4の条痕41の条痕深さ： d は3～10 μm に設定することが好ましく、これにより樹脂被覆層4の密着強度及び耐摩耗性を向上させることができる。

（第3実施例）溶剤としてn-メチル-2-ピロリドンとジアセトンアルコールが重量比で1.6/1.0の混合溶剤を使用した他は、第1実施例と同じ要領で、PAI樹脂：60wt%、PTFE：10wt%、MoS₂：25wt%、C（グラファイト）：5wt%の配合割合のコーティング材料から、表5に示すコーティング条件のエアスプレー法にてピストンスカート部2に膜厚： $t=10\sim20\mu\text{m}$ の樹脂被覆層4を形成した。なお、表5中、ピストンスカート部2の条痕深さ： D 及び樹脂被覆層4の条痕深さ： d の単位は μm であり、条痕ピッチ： P の単位はmmである。

【0037】本実施例においてはPAI樹脂として市販のポリアミドイミドワニス（第1実施例で使用したものと同一成分）を使用し、PAI樹脂分が前記重量%となるように配合した。

【0038】

【表5】

| No | D | P | d | ピストン 予熱温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 粘度 (cP) | 空気圧 (kg/cm^2) | ノズル 口径 (ϕ) | 噴霧量 ($\text{ml}/\text{分}$) |
|----|----|------|-----|--|------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 25 | 20 | 0.2 | 6 | 90 | 120 | 5 | 1.5 | 30 |
| 26 | 15 | 0.25 | 8.5 | 95 | 135 | 5 | 1.2 | 20 |
| 27 | 8 | 0.2 | 5 | 90 | 110 | 4.5 | 1.2 | 25 |
| 28 | 30 | 0.25 | 18 | 80 | 120 | 5 | 1.2 | 28 |
| 29 | 13 | 0.2 | 2 | 120 | 100 | 5 | 1.5 | 34 |
| 30 | 13 | 0.25 | 12 | 80 | 110 | 4.5 | 1.5 | 30 |
| 31 | 15 | 0.1 | 1.5 | 120 | 95 | 4.5 | 1.2 | 32 |
| 32 | 15 | 0.3 | 8 | 90 | 120 | 5 | 1.5 | 30 |

ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ： D 、条痕ピッチ： P 、及び樹脂被覆層4の条痕深さ： d を種々変化させたときの、前記と同様の高速耐久試験における樹脂被覆層4の摩耗量の変化を調べた。その結果を表6に

【0039】

【表6】

| No | 所定時間経過後の樹脂被覆層の摩耗量 (μm) | | | | | | | | |
|----|------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 25H | 50H | 75H | 100H | 150H | 200H | 300H | 400H | 500H |
| 25 | 2.8 | 3.5 | 3.9 | 4.2 | 4.8 | 4.9 | 5.1 | 5.1 | 5.2 |
| 26 | 2.9 | 3.8 | 3.9 | 4.6 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.5 |
| 27 | 2.4 | 3.5 | 4.0 | — | — | — | — | — | — |
| 28 | 3.5 | 4.8 | 6.1 | 7.8 | 9.5 | 12.0 | 15.8 | 16.9 | 17.5 |
| 29 | 2.0 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 30 | 2.9 | 4.4 | 5.6 | 6.9 | 7.9 | 9.2 | — | — | — |
| 31 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 2.9 | 3.7 | 4.2 | — | — | — | — | — | — |

試料No. 25、26の結果と試料No. 27～32の結果とを比較するとわかるように、ピストンスカート部2の条痕21の条痕深さ：Dを10～25μm、条痕ピッチ：Pを0.2～0.25mm、樹脂被覆層4の条痕41の条痕深さ：dを3～10μmの範囲内に設定し、かつ、樹脂被覆層4の配合割合を本発明の範囲内とすることにより、樹脂被覆層4の密着強度及び耐摩耗性を向上させることができる。これは、樹脂被覆層4の摩擦係数が低く、初期馴染み性も良好なために樹脂被覆層4の定常摩耗量を低減できたことに加え、摺動面での潤滑状態（油保持性、面圧等）を良好にすることができたことによる。

【0040】これに対し、ピストンスカート部2の条痕深さ：Dを10μmよりも浅くした試料No. 27のものでは、樹脂被覆層4の剪断強度不足により、試験開始から100時間経過後に樹脂被覆層4が剥離した。また、ピストンスカート部2の条痕深さ：Dを25μmよりも深くし、かつ、樹脂被覆層4の条痕深さ：dを10μmよりも深くした試料No. 28のものや、樹脂被覆層4の条痕深さ：dを10μmよりも深くした試料No. 30のものでは、樹脂被覆層4の条痕41の凸部での摩耗量が過大となり定常摩耗量が増大した。 *

*【0041】さらに、樹脂被覆層4の条痕深さ：dを3μmよりも浅くした試料No. 29のものや、ピストンスカート部2の条痕ピッチ：Pを0.2μmよりも小さくした試料No. 31のものや、ピストンスカート部2の条痕ピッチ：Pを0.25μmよりも大きくした試料No. 32のものでは、油保持性の低下に伴い、樹脂被覆層4の剥離が生じた。

【0042】（第4実施例）前記第1実施例と同様にし、表7に示す配合割合のコーティング材料をアルミニウム合金AC8Aの基材に樹脂被覆層を形成した。No. 33、34の試料が、結合剤としてのPAI樹脂並びに固体潤滑剤としてのPTFE、MoS₂及びC（グラファイト）の配合量が本発明の範囲内にある実施例に相当するものである。なお、後述する評価試験結果を比較するために、固体潤滑剤としてのPTFE、MoS₂及びC（グラファイト）の各配合量はそれぞれ本発明の範囲内にあるが、固体潤滑剤の総和が25wt%と本発明の範囲よりも少ない比較例に係る前記No. 11の試料も表7に併せて示す。

【0043】

【表7】

| No. | 固体潤滑剤の組成 (重量部) | | | 固体潤滑剤の配合量 (wt%) | 樹脂結合剤の配合量 (wt%) |
|--------|----------------|------------------|--------|-----------------|-----------------|
| | PTFE | MoS ₂ | グラファイト | | |
| 実施例 33 | 5 | 20 | 2 | 27 | 73 |
| 34 | 3 | 20 | 4 | 27 | 73 |
| 比 11 | 3 | 20 | 2 | 25 | 75 |

（摩擦係数、摩耗量、耐焼付き性の評価試験）上記試料 50 No. 33、34について、前記第1実施例と同様にし

て、摩擦係数、摩耗量、耐焼付き性の評価試験を行った。その結果を前記比較例No. 11の結果とともに表8に示す。

*【0044】

【表8】

*

| No. | 摩擦係数 | | 摩耗量 (μm) | 焼付面圧 (Mpa) |
|--------|--------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| | 試験開始直後 | 試験開始後100H | | |
| 実施例 33 | 0.032 | 0.028 | 5.8 | 28 |
| 34 | 0.033 | 0.027 | 5.9 | 30 |
| 比 11 | 0.033 | 0.041 | 7.3 | 21 |

表8からも明らかなように、比較例No. 11に係るものは、樹脂コーティング中の固体潤滑剤の総配合量が少ない為に、試験開始直後の初期の摩擦係数は0.33と比較的低いレベルを示すが、経時変化と共に増大する。これは、摺動面に占める固体潤滑剤の面積が小さくこと、及び経時変化とともに摩擦係数が増大するために促進される摩耗により摺動面の表面粗さが粗くなることに起因すると考えられる。

【0045】これに対し、実施例No. 33に係るものは、比較例No. 11と比較して、摩擦係数の値に最も影響を与えるPTFEの配合量が多いため、試験開始直後の初期の摩擦係数が低く、また試験開始後100Hでの摩擦係数も低くなっている。ここで、 MoS_2 及びC（グラファイト）の各配合量を、それぞれ MoS_2 ：20wt%、C（グラファイト）：2wt%と一定にし、PTFEの配合量を1～10wt%の範囲内で種々変化させた場合、試験開始後100Hでの摩擦係数に与える影響を、前記と同様の摩擦係数評価試験により調べた。その結果を図6に示す。この結果、 MoS_2 ：20wt%、C（グラファイト）：2wt%とした場合、PTFEの配合量を5wt%以上とすることにより、試験開始後100Hでの摩擦係数を著しく低下させることができた。

【0046】また、実施例34に係るものは、比較例No. 11と比較して、耐焼付き性に影響を与えるC（グラファイト）の配合量が多く、試験開始後100Hでの摩擦係数が低くなっている。ここで、 MoS_2 及びPTFEの各配合量を、それぞれ MoS_2 ：20wt%、PTFE：3wt%と一定にし、C（グラファイト）の配合量を1～8wt%の範囲内で種々変化させた場合、試験開始後100Hでの摩擦係数に与える影響を、前記と同様の摩擦係数評価試験により調べた。その結果を図7に示す。

【0047】この結果、 MoS_2 ：20wt%、PTFE：3wt%とした場合、C（グラファイト）の配合量を4wt%以上とすることにより、試験開始後100H

での摩擦係数を著しく低下させることができた。これは、グラファイトと MoS_2 との併用により、耐焼付き性（耐荷重性）が向上し、摺動により形成される滑らかな面が保持されることによると考えられる。なお、 MoS_2 ：20wt%、PTFE：3wt%とした場合、C（グラファイト）の配合量を3wt%以上とすると、耐焼付き性の向上が認められず、負荷により樹脂被覆層内の層内剥離が生じるため、摩耗を多くなった。

【0048】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の摺動用樹脂組成物によれば、摩擦係数が低く、定常摩耗量が低減し、焼付き面圧が向上した摺動用樹脂被覆層を形成することができる。したがって、エンジンのピストンスカート部に本発明に係る樹脂被覆層を形成すれば、シリンダボアとの間で耐焼付き性の向上を期待できる。また、摩擦係数の低下により、エンジンの燃費向上（約1～2%）を期待できる。さらに、耐摩耗性の向上により、樹脂被覆層の磨滅が抑制されるので、相手ボア面への攻撃性を低減でき、ボア面の鏡面化が防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る摺動用樹脂組成物から樹脂被覆層を形成したピストンの断面図である。

【図2】本発明に係る摺動用樹脂組成物によりピストンスカート部に樹脂被覆層を形成した様子を示す拡大断面図である。

【図3】ピストンスカート部の条痕深さ：Dと本発明に係る摺動用樹脂組成物から形成した樹脂被覆層の剪断強度との関係を示す線図である。

【図4】ピストンスカート部の条痕ピッチ：Pと本発明に係る摺動用樹脂組成物から形成した樹脂被覆層の摩耗量との関係を示す線図である。

【図5】本発明に係る摺動用樹脂組成物から形成した樹脂被覆層の条痕深さ：dと樹脂被覆層の摩耗量との関係を示す線図である。

【図6】 MoS_2 ：20wt%、C（グラファイト）：2wt%と一定にした場合において、PTFEの配合量と

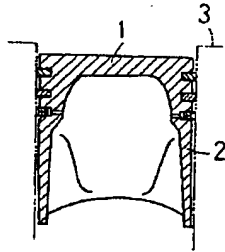
試験開始後100Hでの摩擦係数との関係を示す線図である。

【図7】 MoS_2 : 20wt%、PTFE : 3wt%と一定した場合において、C（グラファイト）の配合量と試験開始後100Hでの摩擦係数との関係を示す線図である。

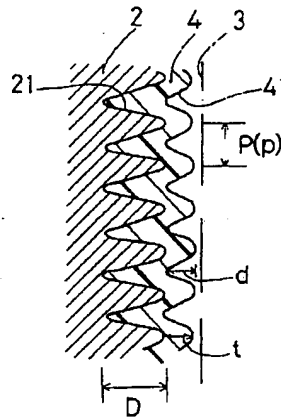
【符号の説明】

2はピストンスカート部、3はシリンダボア、4は樹脂被覆層、21、41は条痕、Dはピストンスカート部の条痕深さ、dは樹脂被覆層の条痕深さ、Pは条痕ピッチである。

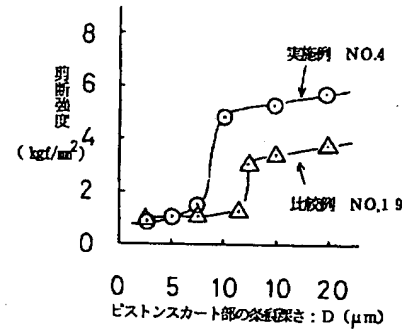
【図1】



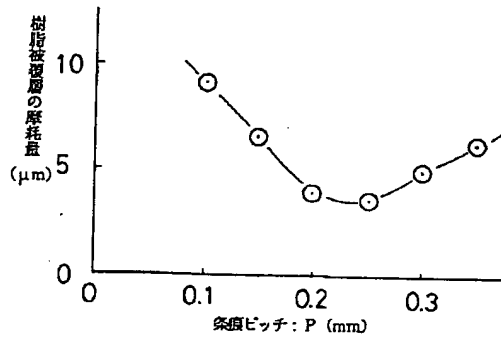
【図2】



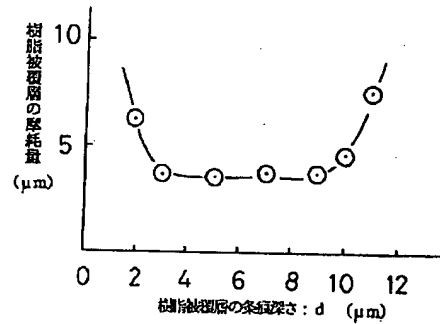
【図3】



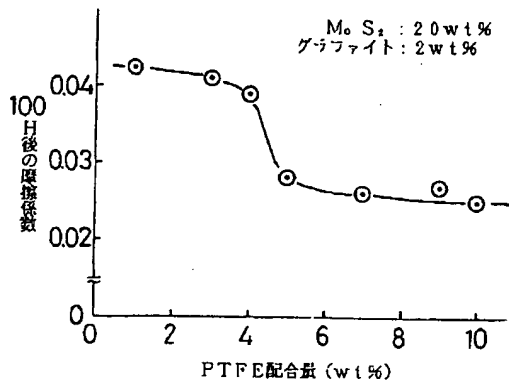
【図4】



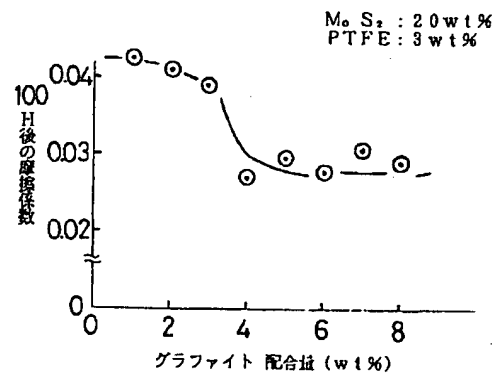
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

| (51) Int. Cl. ° | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|-----------------|--------|--------|-----|--------|
| F 0 2 F | 3/00 | L | | |
| F 1 6 J | 1/04 | | | |
| //(C 0 8 L | 79/08 | | | |
| | 27:18) | | | |

(72) 発明者 山下 二郎
神奈川県足柄上郡大井町金子1458-11